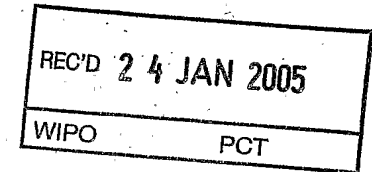


20 DEC 2004



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Aktenzeichen:**

10 2004 046 729.3

**Anmeldetag:**

25. September 2004

**Anmelder/Inhaber:**

SMS Demag AG, 40237 Düsseldorf/DE

**Bezeichnung:**

Magnetische Bremse für Stranggießkokille

**Priorität:**

18. Dezember 2003 DE 103 59 409.4

**IPC:**

B 22 D 11/10

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 8. Dezember 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

23.09.2004

:.sr

41 469

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Straße 4, 40237 Düsseldorf

### Magnetische Bremse für Stranggießkokille

Die Erfindung betrifft eine Stranggießkokille, insbesondere Dünnbrammenkokille, bei welcher eine Beeinflussung der Strömung des Flüssigmetalls in der Kokille durch ein mittels an der Kokille angeordnete Permanentmagnete erzeugtes Magnetfeld erfolgt, wobei die Permanentmagnete über die Breite und / oder Höhe unterschiedliche Magnetstärken oder unterschiedliche Abstände zueinander für eine unterschiedliche Feldstärke aufweisen.

Der Einsatz magnetischer Mittel zur Abbremsung und Vergleichmäßigung von Flüssigmetallströmen ist eine bekannte Technik und wurde in mehreren technischen Dokumenten beschrieben. Die in den Dokumenten aufgeführten Anlagenteile weisen allesamt große Massen auf, die eine für den Betrieb erforderliche Oszillation der Gießkokille erschweren. Zudem ist die Ausrüstung sehr kostenintensiv.

Das Dokument EP 0 880 417 B1 beschreibt eine Magnetbremse für das Gießen von Metall in einer Kokille, bestehend aus einem Magnetkern und aus einer mit elektrischem Gleichstrom oder mit niederfrequentem Wechselstrom versorgten Spule. Ferner ist eine magnetische Rückleitung vorgesehen, um den Magnetkreis zu schließen.

Fortschritte in der Entwicklung auf dem Gebiet der Permanentmagnete (Hartferri-te, Seltenerd-magnete) haben in der Zwischenzeit einen neuen Einsatz an mögli-chen Feldstärken der Permanentmagnete eröffnet, welche Permanentmagnete für den Einsatz als Alternative für die oben genannten Elektromagnete geeignet er-scheinen lassen.

Es ist daher schon vorgeschlagen worden, die bisher für die elektromechanische Bremse (EMBr) verwendete Ausrüstung zur Erzeugung des Magnetfeldes (Feld-spule, elektrische Ansteuerung, äußeres Joch zur Leitung des magnetischen Flus-ses, etc.) durch Permanentmagnete zu ersetzen, die direkt an der Kokille zum Einsatz kommen.

Das Dokument EP 0 568 579 beschreibt ein Verfahren zur Steuerung des Stromes aus geschmolzenem Metall in die nicht erstarrten Metallbereiche einer Gießkokille, wobei dieser mindestens ein Primärstrom aus geschmolzenem Metall zugeführt wird und ein Gussstrang in der Kokille gebildet wird, wobei mindestens ein stati-sches magnetisches Feld von Polen erzeugt wird, die neben der Kokille angeord-net sind und aus Dauermagneten bestehen, wobei das magnetische Feld dazu dient, den in die Kokille strömenden Primärstrom aus geschmolzenem Metall zu bremsen und aufzusplitten und entstehende Sekundärströme zu steuern, wobei das magnetische Feld im wesentlichen so angeordnet ist, dass es über die ge-samte Breite des in der Kokille gebildeten Stranges wirkt. Die magnetische Feld-stärke soll in derjenigen Ebene, die sich senkrecht zur Gießrichtung erstreckt und die auf dem Niveau, auf dem die magnetische Feldstärke ihren Maximalwert er-reicht, innerhalb eines Intervalls von 60 bis 100 % dieses Maximalwertes variieren, während gleichzeitig die Feldstärke auf einem Niveau mit der höchsten Oberflä-che/Meniskus des geschmolzenen Metalles einen Maximalwert von 500 GAUß besitzt. Das magnetische Feld wird gesteuert und verteilt, indem die magnetischen Pole beweglich und/oder mit verstellbaren Kernelementen versehen sind.

Das Dokument EP 0 040 383 (B1) beschreibt ein Verfahren zum Umrühren der nicht erstarrten Bereiche in einem Gießstrang, wobei der Strang in einer Kokille geformt und ein Gießstrahl durch ein Gießrohr oder direkt in die Kokille strömt. Dort, wo der Gießstrahl in die in der Kokille bereits befindliche Schmelze eindringt, wird mindestens ein in der Schmelze wirkendes statisches Magnetfeld erzeugt, das den Gießstrahl bremst und ihn derart zersplittet, dass sein Impuls geschwächt oder aufgezehrt wird. Eine hierfür vorgesehene Vorrichtung kann aus einem oder mehreren Dauermagneten bestehen.

Das Dokument JP 08155610 weist eine Kokille in rechteckiger Bauart auf, an deren vier Ecken jeweils Dauermagnete zur Erzeugung von Magnetfeldern Süd und Nord angeordnet sind.

Permanentmagnete weisen bei gleicher magnetischer Induktionsfeldstärke eine wesentlich kürzere Bauform und damit drastisch reduzierte Massen auf. Es ist keine zusätzliche Einrichtung zur Leitung des magnetischen Flusses in Form eines äußeren Joches erforderlich. Bei Bedarf reicht es aus, die im Rahmen der Kokille vorhandenen ferromagnetischen Materialien zur Schließung des magnetischen Flusskreises zu verwenden.

Der Einsatz von Permanentmagneten erfordert jedoch andere Vorgehensweisen. Es werden zwar beim Stand der Technik Permanentmagnete als mögliche Quellen des statischen magnetischen Feldes aufgeführt, jedoch nur Ausrüstungen für den Fall einer Erzeugung des magnetischen Feldes über Stromspulen mit Gleichstrom DC oder niedrigstfrequentem Wechselstrom AC beschrieben, nicht jedoch für Permanentmagnete.

Da Permanentmagnete keinen Schalter zum Ein- und Ausschalten haben, bedingt das zum einen besondere Sicherheitsmaßnahmen zum Einbau und Wartung der Ausrüstung. Anders als beim Wechselstrom-Betrieb sind aber auch besondere

Verfahren und Ausrüstungen zum Anfahren einer Stranggießmaschine erforderlich.

Bei der magnetischen Bremse hat man gegenüberliegend auf beiden Seiten der Gießkokille in diesem Fall Permanentmagnete zur Erzeugung des Magnetfeldes. Die Induktionsfeldstärke  $B$  bei dieser Anordnung folgt in ihrem Abstand im Zwischenraum zwischen den Permanentmagneten der Formel:

$$B(z) = 2 \cdot B_0 \cdot \cosh \frac{\pi \cdot \left[ z - \frac{d}{2} \right]}{h}$$

wobei  $B_0$  die Induktionsfeldstärke eines der Permanentmagneten ist,  $z$  der Abstand von einem der Magnete aus gemessen,  $d$  der Abstand zwischen den Magneten und  $h$  die wirksame Höhe des Magneten ist. Die wirksame Höhe  $h$  wird durch Messung bestimmt. Zudem ist  $\pi$  die Zahl Pi ( $= 3,14\dots$ ) und  $\cosh$  ist der Kosinus Hyperbolicus (siehe Abbildung 1).

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, an einer Stranggießkokille Mittel zur Variation der magnetischen Feldstärke von Permanentmagneten bereit zu stellen.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß dadurch, dass die Permanentmagnete für eine unterschiedliche Feldstärkenverteilung in Gruppen unterschiedlich anstellbar sind.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Permanentmagnete auf verschiebbaren und/oder schwenkbaren Stellmitteln an die Kokille zur Anpassung der Feldstärke verfahrbar sind.

Das geschieht z.B. durch Veränderung des Abstandes der Magnete voneinander, bevorzugt durch Drehung des Trägers der Permanentmagnete von der Gießkokille

weg. Es bestehen weitere Möglichkeiten durch gerades Verfahren mittels drehbarer Spindeln oder hydraulischer Zylinder (siehe Abbildung 2). Im Falle der Drehung des Magnetträgers von der Gießkokille weg, folgt die Feldschwächung der folgenden Formel:

$$\Phi = |\vec{B}| \cdot |\vec{A}| \cdot \cos(\angle(\vec{B}, \vec{A}))$$

wobei  $\Phi$  der magnetische Fluss,  $B$  die magnetische Feldstärke,  $A$  die Durchtrittsfläche zur Gießkokille und  $\cos$  der Kosinus des Winkels zwischen dem Vektor der magnetischen Feldstärke und dem Flächennormalenvektor der Durchtrittsfläche ist. Die Veränderung des magnetischen Flusses erfolgt über die Feldschwächung  $B$  gemäß der Formel  $B(z)$  und dem Winkel. Im Falle der mechanischen Verschiebung als Änderung des Abstandes erfolgt die Änderung von  $\Phi$  nur über die Feldschwächung  $B$  gemäß der o. g. Formel über  $B(z)$ .

Die Drehung erleichtert zum einen die Ablösung der Magnete von der Durchtrittsfläche, denn gemäß der Vorschriften zur Montage dieser Permanentmagnete gehört es, diese auf einer Kante anzusetzen und dann mit ständig verkleinerndem Winkel auf den Träger aufzusetzen (siehe Abbildung 3). Die Magnete werden nicht direkt auf den Träger aus ferromagnetischem Material aufgesetzt, sondern zur leichteren Ablösung zur Drehung bzw. Montage wird eine Schicht aus nicht ferromagnetischem Material dazwischen gelegt. Das kann austenitischer Stahl sein, es genügt aber auch eine ca. 1 mm dicke Kunststoffplatte. Die mit der Drehung verbundenen ungleichmäßigen Abstände der Magnete zur Durchtrittsfläche werden durch einen Durchtrittskörper durch den Wasserkasten der Gießkokille aus ferromagnetischem Material magnetisch ausgeglichen.

Es gibt 2 Bauformen der Gießkokille, die Kokille mit Aussparung für eine von außen zugeführte magnetische Bremse und die Bauform mit der in den Wasserkas-

ten integrierten magnetischen Bremse. Für beide Anwendungen sind folgende Vorrichtungen erforderlich:

Gießkokille mit Fenster für von außen zugeführte magnetische Bremse:

Das von den Permanentmagneten erzeugte Magnetfeld muss in seiner Feldstärke einstellbar bleiben. Dazu werden die Permanentmagnete auf die Zähne eines Ratchens montiert, der in die Stützrippen der Wasserkästen der Gießkokille greift. Eine Vorrichtung ermöglicht es, den Abstand der Zähne zur Kokille durch Verschiebung einzustellen. Dadurch wird es möglich, das Magnetfeld in seiner Stärke zu variieren. Die Vorrichtung kann per mechanische Spindel oder per Hydraulikzylinder bewegt werden.

Gießkokille mit integrierter magnetischer Bremse:

Die bisherige elektrische Vorrichtung zur Erzeugung des Magnetfeldes wird entfernt und auf den dann freiliegenden ferromagnetischen Block (Durchtrittsfenster) im Wasserkasten wird eine Vorrichtung zum Halten der Permanentmagnete montiert. Diese Vorrichtung kann durch Drehung bewegt werden und somit die magnetische Feldstärke variiert werden. Die Vorrichtung kann durch eine mechanische Spindel oder per Hydraulikzylinder bewegt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, diese Vorrichtung auch um eine Achse am unteren Rand drehbar zu machen und somit für einen veränderlichen Abstand zwischen Permanentmagneten und ferromagnetischem Block zu sorgen. Darüber lässt sich ebenfalls die magnetische Feldstärke einstellen.

Permanentmagnete sind so stark, dass sie sich nicht großflächig herstellen lassen. Ein solcher Magnet würde durch seine eigenen Feldkräfte gesprengt, d.h. förmlich zerrissen werden. Man ist also gezwungen, großflächige Magnete für die Breite einer Stranggießkokille aus vielen einzelnen Magneten herzustellen, die auf einen großflächigen Träger aus ferromagnetischem Material geklebt sind, um die magnetischen Flussdichten der vielen Einzelmagnete zu einem großflächigen ma-

gnetischen Fluss, der dann die metallurgischen Wirkungen in der Kokille hat, zu vereinen. Das ist in sofern von Bedeutung, da man durch gleiche Ausrichtung der magnetischen Pole, kleine Magnete auch nicht beliebig dicht nebeneinander setzen kann, schließlich stoßen sich gleichnamige Pole der Magnete ab. Man ist dadurch gezwungen, den Magnetträger mehrschichtig zu machen, da man in der zweiten Schicht durch Permanentmagnete die noch offenen Zwischenräume der ersten Schicht überdecken muss.

Des Weiteren müssen bei einem Ruler oder Rechen (kammförmige Bremse) die Magnete nicht nur auf den Zähnen des Rulers sitzen, sondern auch auf der Rückseite des Magnetträgers (Rulers) aus ferromagnetischem Material und auch hier wieder in mehreren Schichten, da man ansonsten wieder nicht die erforderliche magnetische Flussdichte im metallurgischen Teil der Kokille erreicht.



23.09.2004

:.sr

41 469

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Straße 4, 40237 Düsseldorf

### Patentansprüche

1. Stranggießkokille, insbesondere Dünnbrammenkokille, bei welcher eine Beeinflussung der Strömung des Flüssigmetalls in der Kokille durch ein mittels an der Kokille angeordnete Permanentmagnete erzeugtes Magnetfeld erfolgt, wobei die Permanentmagnete über die Breite und/oder Höhe unterschiedliche Magnetstärken oder unterschiedliche Abstände zueinander für eine unterschiedliche Feldstärke aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete für eine unterschiedliche Feldstärkenverteilung in Gruppen unterschiedlich anstellbar sind.
2. Stranggießkokille nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete auf verschiebbaren und/oder schwenkbaren Stellmitteln an die Kokille zur Anpassung der Feldstärke verfahrbar sind.
3. Stranggießkokille nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellmittel für die Permanentmagnete als Drehvorrichtungen, als Hydraulikzylinder oder als Drehspindeln ausgebildet sind.

4. Stranggießkokille nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zwischen den Magneten und der Kupferplatte ein Eisenkern angeordnet ist.
5. Stranggießkokille nach Anspruch 1, 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Permanentmagnete im Wasserkasten der Stranggießkokille angeordnet sind und zur direkten Anlage an die Kokillenplatte anstellbar sind.
6. Stranggießkokille nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Eisenkern als Durchtrittskörper den Wasserkasten zwischen Kupferplatte und Permanentmagnet ausfüllt.
7. Stranggießkokille nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zwischen dem Durchtrittskörper und dem anstellbaren Permanentmagneten eine Trennschicht vorzugsweise aus nicht ferromagnetischem Metall oder aus Kunststoff einschiebbar ist.
8. Stranggießkokille nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Permanentmagnete aus einer Mehrzahl von kleineren Einzelmagneten bestehen, die auf einem größerflächigen Träger aus ferromagnetischem Material angeordnet sind und mehrschichtig wirkungsmäßig zu einem großflächigen Magneten verbunden sind.

23.09.2004

:.sr

41 469

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Stranggießkokille, insbesondere Dünnbrammenkokille, bei welcher eine Beeinflussung der Strömung des Flüssigmetalls in der Kokille durch ein mittels an der Kokille angeordnete Permanentmagnete erzeugtes Magnetfeld erfolgt, wobei die Permanentmagnete über die Breite und/oder Höhe unterschiedliche Magnetstärken oder unterschiedliche Abstände zueinander für eine unterschiedliche Feldstärke aufweisen. Um eine Variation der magnetischen Feldstärke zu erhalten, sind die Permanentmagnete für eine unterschiedliche Feldstärkenverteilung in Gruppen unterschiedlich anstellbar.

Vergleiche Abbildung 3.

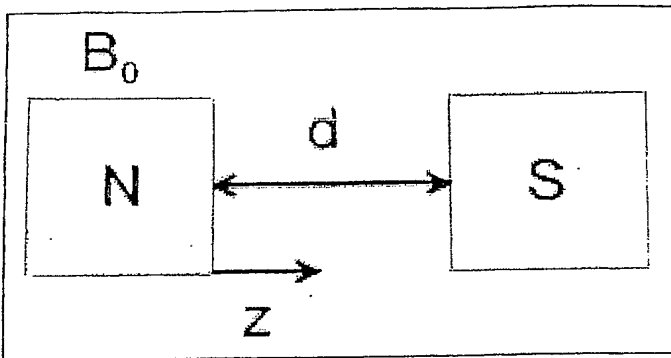


Abbildung 1: Berechnung Feldstärke

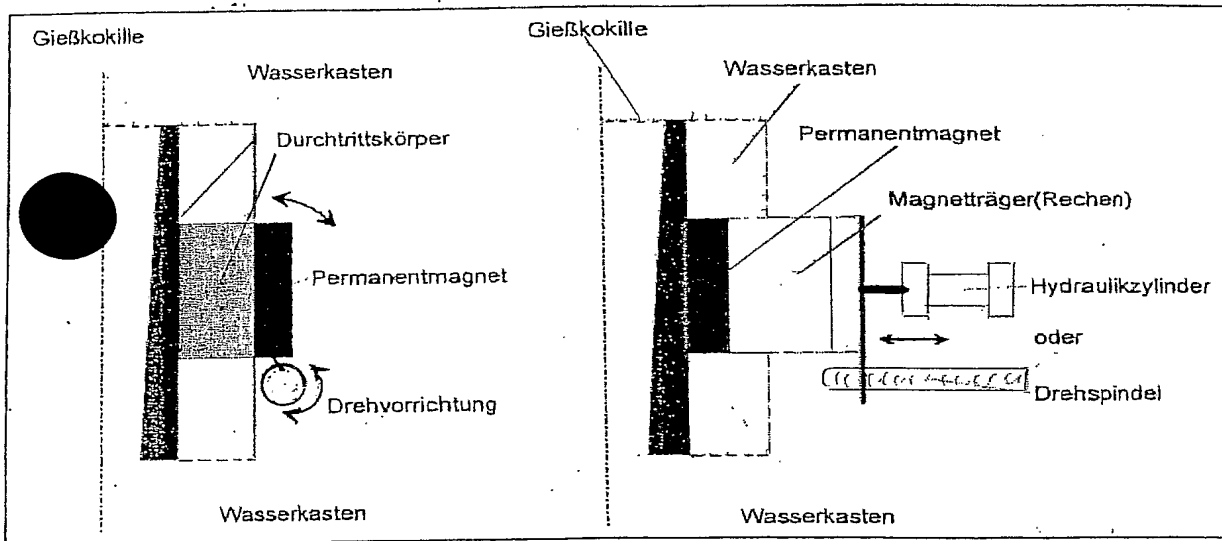


Abbildung 2: Anordnung Permanentmagnete

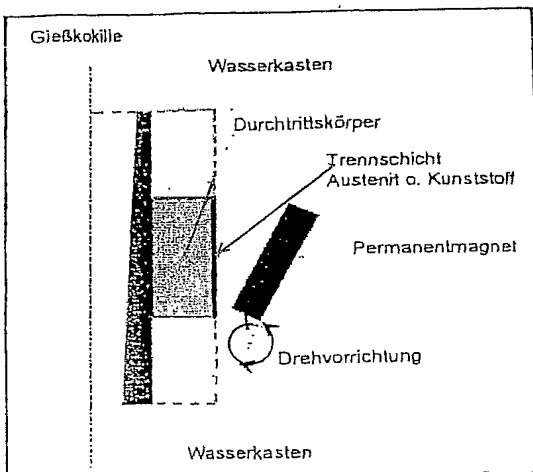


Abbildung 3: Trennschicht Magnete Montage/Betrieb